



2022  
Lleida

27 · 1  
junio · juny  
juliol · juliol

Cataluña  
Catalunya

## 8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a  
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

**Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022**

**ISBN 978-84-941695-6-4**

© Sociedad Española de Ciencias Forestales



Organiza

## Estudio de las repoblaciones de alcornoque en Extremadura y estimación de su producción futura de corcho

SANTIAGO BELTRÁN, R.<sup>1</sup>, LANZO PALACIOS, R.<sup>1</sup>, BERDÓN BERDÓN, J.<sup>1</sup>, CARDILLO AMO, E.<sup>1</sup>, MURILLO VILANOVA, M.<sup>1</sup>, MONTERO CALVO, A.J.<sup>1</sup>, FERNÁNDEZ SANTOS, A.M.<sup>1</sup>, y MAYA BLANCO, V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal de CICYTEX.

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Agrarias Finca La Orden – Valdesequera de CICYTEX.

### Resumen

El Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal del CICYTEX (ICMC) ha realizado varios estudios específicos sobre las repoblaciones de alcornoque en Extremadura, lo que ha permitido conocer a fondo su situación y evolución. Podemos destacar los siguientes:

- Estudio de la Dendrocronología del alcornoque en Extremadura, realizado en el año 2000 en el marco del convenio ICMC – EUIT Forestales de la UPM.
- Estudio de las repoblaciones de alcornoque en Extremadura, realizado entre 2005 y 2007 en el proyecto Interreg SUBERNOVA.
- Estudio de las repoblaciones de alcornoque en Extremadura, realizado entre 2017 y 2019 en el proyecto estratégico NEOSUBER.

Estos estudios han permitido analizar numerosas repoblaciones de alcornoque, algunas de más de 100 años de edad. Como resultados se han obtenido algunas relaciones dasométricas, modelización del crecimiento, estado de estas repoblaciones en función de la Subericultura practicada en ellas y las previsiones de producción de corcho de las repoblaciones para los próximos años.

En este estudio se presentan los resultados del proyecto NEOSUBER y se ofrece una serie de recomendaciones selvícolas para optimizar el desarrollo y la producción de corcho de las repoblaciones de alcornoque.

### Palabras clave

Subericultura, alcornocales, bornizo, segundero, fábrica, PAC.

## 1. Introducción

Desde su creación en 1984 el Instituto CMC del CICYTEX (entonces llamado IPROCOR) ha tenido en las repoblaciones de alcornoque una de sus principales líneas de trabajo, con tres vertientes: servicios al sector, transferencia e investigación aplicada.

En los servicios al sector hay que destacar el plan de repoblaciones de alcornoque de IPROCOR, que se llevó a cabo entre los años 1988 y 1991, cofinanciado por el Fondo Social Europeo en montes públicos de Extremadura. Mediante este plan se repoblaron unas 2.953 hectáreas puras de alcornocal.

En transferencia han sido muy importantes los trabajos de divulgación y formación, con numerosas jornadas, presentaciones y cursos teórico-prácticos realizados en Extremadura y en otras regiones suberícolas del mundo. También se han editado publicaciones de las que vamos a mencionar cuatro manuales:

- Manual didáctico del sacador y del obrero especializado en los trabajos culturales del alcornocal (CARDILLO AMO, E. & AL. 2000).
- Manual de Buenas Prácticas en Regeneración de Alcornocal (MONTERO CALVO, A. 2015).
- Manual de Buenas Prácticas Suberícolas en Masas Jóvenes de Alcornoque. (LANZO PALACIOS, R. 2015).
- Selvicultura adaptativa para la gestión de los alcornocales en Extremadura. (MURILLO VILANOVA, M. & AL. 2020).

En investigación aplicada el Instituto CMC – CICYTEX ha realizado estudios específicos sobre las repoblaciones de alcornoque en Extremadura, lo que le ha permitido conocer a fondo su situación y evolución. Podemos destacar los siguientes:

- Estudio de la dendrocronología del alcornoque en Extremadura, realizado por Carlos Almagro, ingeniero forestal que realizó un periodo de prácticas de siete meses en el año 2000, en el marco del convenio suscrito entre el Instituto CMC y la EUIT Forestales de la UPM. En este trabajo se estudiaron numerosas repoblaciones de alcornoque, algunas próximas a los 100 años de edad; y se obtuvieron resultados como la relación entre la edad de una repoblación y la circunferencia a la altura del pecho, la relación entre la circunferencia a la altura del pecho y el diámetro de copa, la edad media de desbornizado de las repoblaciones, y una modelización del crecimiento (ALMAGRO, C. 2000).

- Estudio de las repoblaciones de alcornoque en Extremadura, realizado por Manuel Santiago, ingeniero forestal, en el marco del Proyecto INTERREG IIIA SUBERNOVA, durante varios meses de los años 2006 y 2007. En este trabajo se estudiaron y clasificaron las repoblaciones con alcornoque realizadas en Extremadura en los últimos 100 años. Se obtuvieron resultados sobre el estado de estas repoblaciones en función de la Subercultura practicada en ellas; se realizaron una serie de recomendaciones para conducir con éxito las repoblaciones de alcornoque; y también se modelizaron los crecimientos en función de la edad y calidad de estación (SANTIAGO BELTRÁN, M. 2007).

Hasta llegar al presente estudio, en el que dentro del ámbito del Proyecto Estratégico NEOSUBER, se ha realizado un seguimiento de las repoblaciones de alcornoque en Extremadura a lo largo de los años 2018 y 2019. En total se han medido 1.285 alcornoques distribuidos en 54 parcelas de 17 repoblaciones diferentes.

## 2. Objetivos

Los objetivos de este trabajo son:

- Aumentar el conocimiento relativo a las masas de alcornoque presentes en Extremadura, especialmente las repoblaciones, mediante su caracterización a partir de indicadores.
- Analizar las producciones potenciales futuras de bornizo, segundero y corcho de reproducción de las repoblaciones de IPROCOR y la PAC en Extremadura, basándonos en su estado actual.

## 3. Metodología

En primer lugar se ha realizado una recopilación de la información disponible en el Instituto CMC – CICYTEX. Ha sido especialmente útil la del Proyecto SUBERNOVA mencionado en la introducción. También ha sido muy útil la información suministrada por la Sección de Forestación de la Dirección General de la PAC de la Junta de Extremadura. Entre los datos relevantes obtenidos en esta fase están: fecha de repoblación, superficie repoblada, densidad de plantación, porcentaje de alcornoque en relación con otras especies y localización geográfica de la repoblación.

En segundo lugar se procedió a seleccionar las repoblaciones que se iban a visitar y medir. Se decidió que en la medida de lo posible se estudiaran repoblaciones ya visitadas con anterioridad para poder comparar los resultados con estudios anteriores. Se procuró que en la selección hubiese representación proporcional de todas las repoblaciones realizadas en Extremadura en los últimos 100 años (el grueso corresponde a las realizadas por la PAC entre 1993 y 2013). Las variables para tener en cuenta su distribución fueron la edad, la distribución geográfica y el grado de desarrollo.

En tercer lugar se llevó a cabo la localización de los propietarios, respetando la aplicación de la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Con la ayuda de los Agentes del Medio Natural de Extremadura, a través de sus coordinadores, y conociendo la ubicación geográfica de las repoblaciones y los nombres de los parajes, pudimos contactar con la mayoría de los propietarios de las repoblaciones seleccionadas. En su inmensa mayoría estuvieron de acuerdo en que un equipo del Instituto CMC-CICYTEX visitase y tomase datos de la repoblación de alcornoque de su propiedad.

En cuarto lugar se planificaron las visitas de campo, decidiendo qué parámetros se obtendrían, la precisión y resolución de las medidas, los instrumentos de medida a utilizar, el método de replanteo y la localización de las parcelas y la intensidad del muestreo, estableciendo un calendario de visitas de acuerdo con los propietarios.

En quinto lugar se procedió a realizar las visitas de campo. En cada repoblación se establecieron 3 parcelas de muestreo. En general se ha procurado establecer estas parcelas en lugares que no presentasen alguna anomalía como encharcamiento, incendio, rotura de cierre perimetral y consiguiente invasión de ganado... que pudiese dar lugar a datos muy diferentes de la media. En cada parcela de muestreo se midieron 24 árboles distribuidos en 3 filas de 8 árboles cada una. Los parámetros que se midieron fueron las siguientes:

Datos de árbol

CAP (cm): circunferencia a la altura del pecho. Esta variable fue medida con cinta métrica.

Calibre (mm): calibre del corcho. Medido mediante el dispositivo COVELESS. En días con elevada humedad en los que el dispositivo COVELESS no funciona, se midió mediante calibrador de corteza.

HD (cm): altura de descorche. Medida mediante jalones, y en algunos casos debido a la altura de los pies, medidos con hipsómetro láser Laserace.

Hcruz (cm): altura de la cruz. Medida con hipsómetro láser Laserace. Para establecer que se trata de una cruz, o no tomarla como tal por ser una rama susceptible de ser podada, decidimos seguir la siguiente regla: si el diámetro de la rama más pequeña es mayor que  $\frac{1}{3}$  del diámetro de la rama más grande, lo consideramos cruz. Por el contrario, si el diámetro de la rama menor es inferior a  $\frac{1}{3}$ , podría podarse y por tanto no lo consideramos cruz (Código Andalúz de Buenas Prácticas Suberícolas, Comisión Técnico-Forestal de FALCOR. 2007).

Htotal (cm): altura total. Esta variable fue medida principalmente con Laserace, excepto en pies de escasa altura que fueron medidos con cinta métrica o jalón.

Datos de parcela

Coordenadas UTM: los centros de cada parcela fueron georreferenciados mediante GPS, utilizando el sistema de referencia ETRS 89, en los husos 29 o 30 según la finca.

Altitud (m): dato extraído del GPS.

Pendiente (%), exposición (grados sexagesimales) y orientación de líneas de plantación (grados sexagesimales): estas variables fueron tomadas con el clinómetro-brújula Sunnto.

Marco de plantación y tamaño de parcela (m): medidos con Laserace.

En cuanto al método de desbroce para el mantenimiento de las parcelas, si se habían realizado o no podas, algún otro dato como podría ser daños por plagas, mecánicos por gradeo, etc, también quedó reflejado en los estadillos en los casos en que fue posible recabar estos datos.

En sexto lugar, ya en gabinete, se organizaron todos los datos obtenidos en un libro de cálculo con 3 hojas:

- En la primera hoja están los datos administrativos y de contacto de cada una de las repoblaciones visitadas.

- En la segunda hoja están los datos de cada parcela incluyendo las medias de las siguientes variables individuales: CAP, calibre, HD, Hcruz y Htotal.

- En la tercera hoja están individualizados los datos de cada árbol.

En séptimo lugar, en la hoja de los datos de parcela, se añadieron algunas variables calculadas en relación con las otras:

% marras: calculado en base a los árboles muertos de cada parcela.

Densidad teórica: es la densidad de plantación inicial, calculada en base al marco de plantación.

Densidad real: es la densidad real en el momento de la visita, calculada en base al marco de plantación y el % de marras.

Crecimiento anual CAP: calculado en base a la CAP y la edad en años en el momento de la visita.

Crecimiento anual altura: calculado en base a la altura total de los árboles y la edad en años en el momento de la visita.

#### 4. Resultados y discusión

Una de las variables que mejor estudian el grado de desarrollo de una repoblación de alcornoque es la circunferencia a la altura del pecho (CAP). En el siguiente gráfico (figura 1) representamos la relación entre la edad de los alcornoques y la CAP, del estudio llevado a cabo en el proyecto NEOSUBER y en estudios anteriores (GONZÁLEZ MONTERO & AL. 2009, ALMAGRO C. 2000).

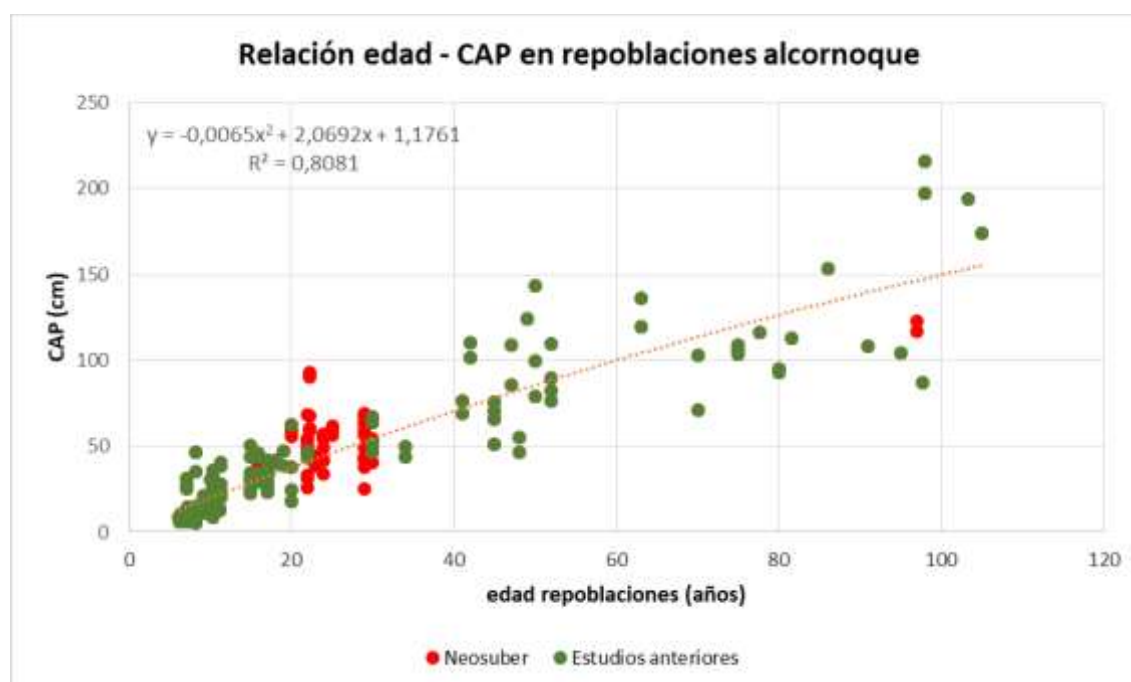


Figura 1. Relación edad – CAP en los estudios llevados a cabo en repoblaciones de alcornoque en el Instituto CMC. En rojo podemos ver el estudio del proyecto NEOSUBER, en verde los estudios anteriores. Cada punto representa una parcela de muestreo.

En este gráfico se ha elegido para la ecuación de la línea de tendencia un modelo polinómico, que es con el que se obtiene un mejor ajuste. Este ajuste polinómico nos indica que el árbol sigue creciendo en diámetro durante toda su vida. Podemos comprobar que la correlación entre la edad y la CAP es bastante buena ( $R^2=0,81$ ).

Para poder aproximarnos algo más a la evolución de las repoblaciones nos vamos a fijar exclusivamente en el conjunto de repoblaciones que han sido medidas tanto en NEOSUBER como en estudios anteriores, y lo vamos a reflejar en el siguiente gráfico (figura 2):

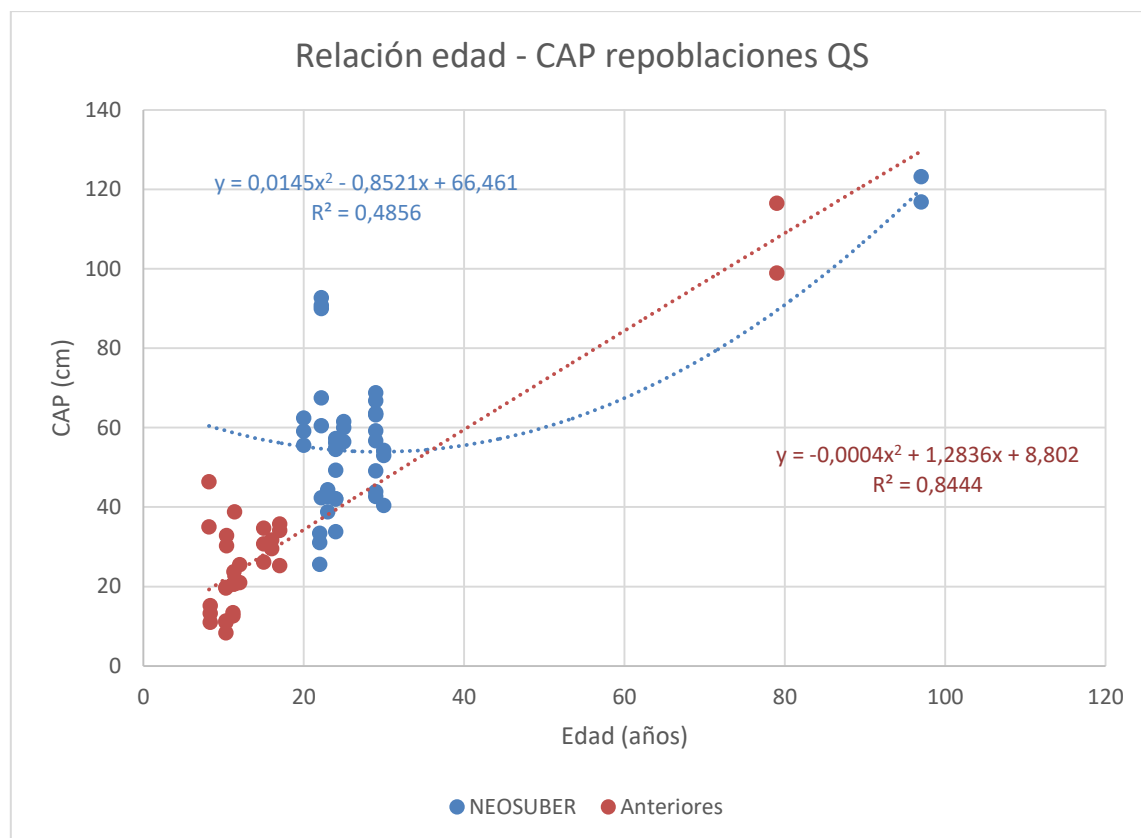


Figura 2. Relación edad – CAP en los estudios llevados a cabo en repoblaciones de alcornoque en el Instituto CMC. Se trata de un conjunto de repoblaciones que ha sido visitado en 2 ocasiones, durante el proyecto NEOSUBER y durante estudios anteriores. Cada punto representa una parcela de muestreo.

El crecimiento de la CAP de las repoblaciones más antiguas ha sido menor de lo esperado, mientras que las repoblaciones más jóvenes han tenido en general crecimiento en CAP algo mayor de lo esperado. Se produce una dispersión de los datos y el coeficiente de correlación baja de 0,84 a 0,49. Si se toman todos los datos conjuntamente el coeficiente de correlación es de 0,72 y la mejor curva de ajuste sigue siendo un polinomio de segundo grado:  $y = -0,013x^2 + 2,4666x - 0,8999$ .

La altura de los árboles dominantes de una masa suele utilizarse en el ámbito forestal como una medida de la calidad de estación. En nuestro caso se ha medido la altura de todos los árboles de la parcela. En el siguiente gráfico (figura 3) podemos observar la relación entre la edad y la altura media de las parcelas medidas tanto en el proyecto NEOSUBER como en estudios anteriores. Para comparar las dos series de datos hemos elegido un modelo polinómico para las curvas de tendencia.

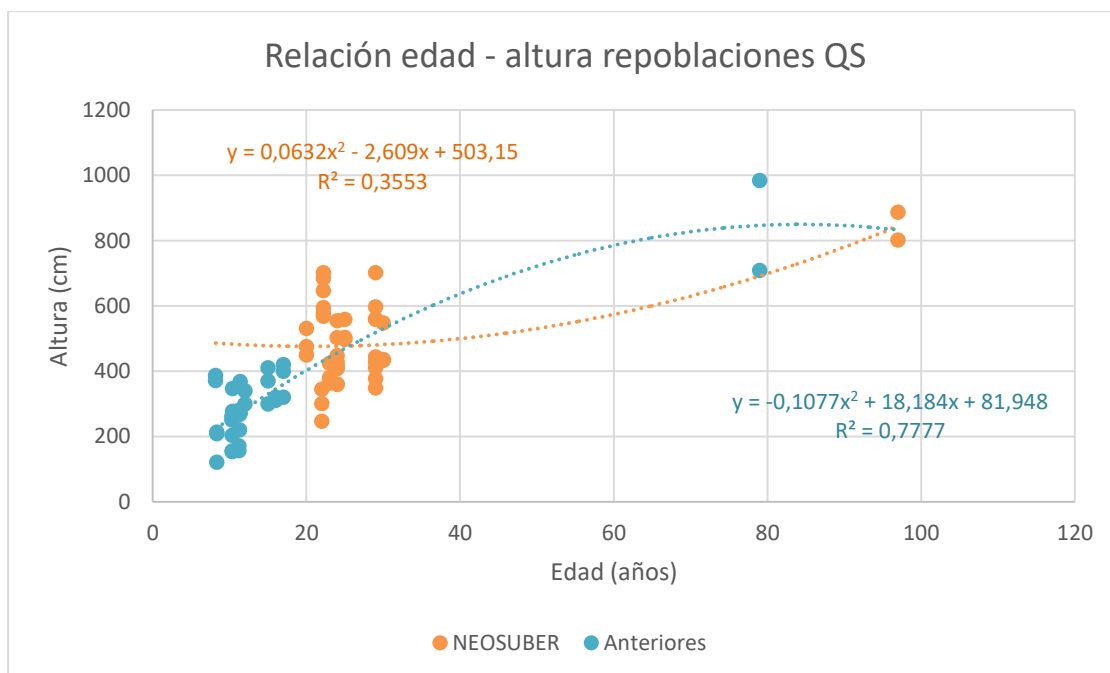


Figura 3. Relación edad – altura de los alcornoques en los estudios llevados a cabo en repoblaciones de alcornoque en el Instituto CMC. En azul podemos ver el estudio del proyecto NEOSUBER, en naranja los estudios anteriores. Cada punto representa una parcela de muestreo.

Como en el caso de la CAP, en nuestro último estudio la pendiente de la línea de tendencia es sensiblemente inferior para el NEOSUBER. También la dispersión de la población es mayor ( $R^2$  de 0,36 en NEOSUBER frente a 0,78 de antes).

Otro dato para evaluar la evolución de las repoblaciones de alcornoque en Extremadura es la densidad real del alcornoque (estimada en cada muestreo). Si analizamos todos los datos de estudios realizados en el Instituto, obtenemos el siguiente gráfico (figura 4):

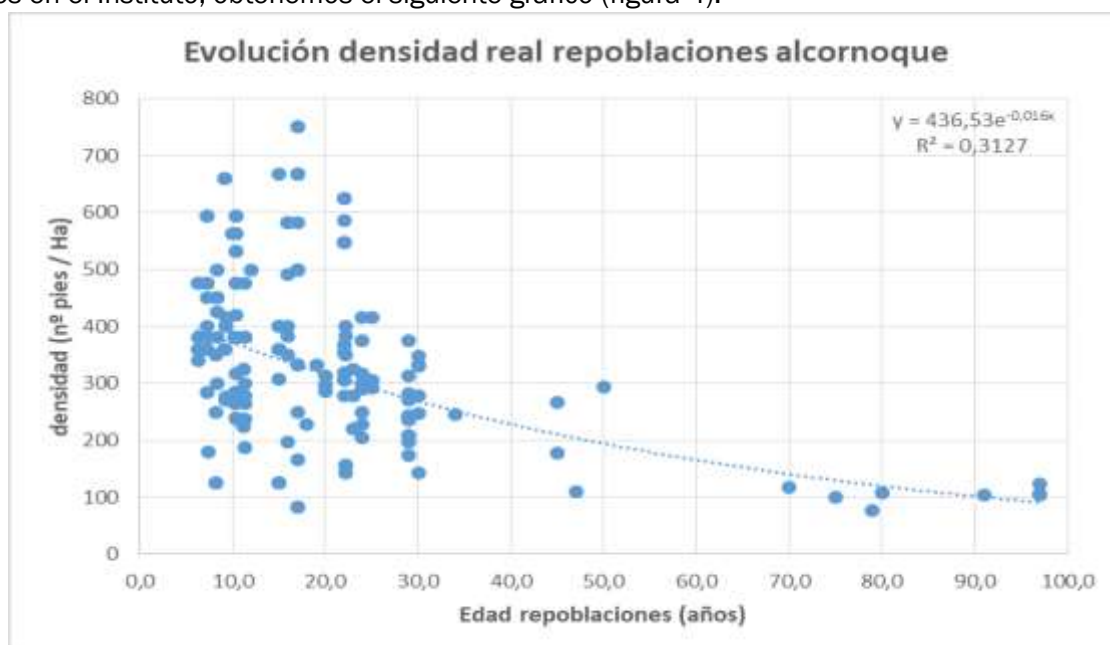


Figura 4. Evolución de la densidad real de las repoblaciones en función de la edad. Aquí podemos observar los datos de todas las repoblaciones estudiadas por el Instituto CMC-CICYTEX; cada punto representa una parcela de muestreo.



En este caso el mejor ajuste de los datos se obtiene con una curva potencial negativa, con una dispersión más bien amplia de los datos. Se parte de una densidad inicial de 436 pies por hectárea por término medio, que disminuyen a unos 375 pies por hectárea a los 10 años de edad, y a unos 100 pies por hectárea a los 90 años. Hay que tener en cuenta que muchas de estas repoblaciones además de alcornoque tienen encina, con lo cual la densidad total es algo mayor que la que muestra el gráfico.

Para completar los datos de densidad de las repoblaciones vamos a analizar el porcentaje de marras en función de la edad. En el siguiente gráfico (figura 5) podemos ver la disposición del porcentaje de marras en relación con la edad de las repoblaciones de alcornoque, en los dos estudios que la han tenido en cuenta, los realizados en los proyectos SUBERNOVA y NEOSUBER:

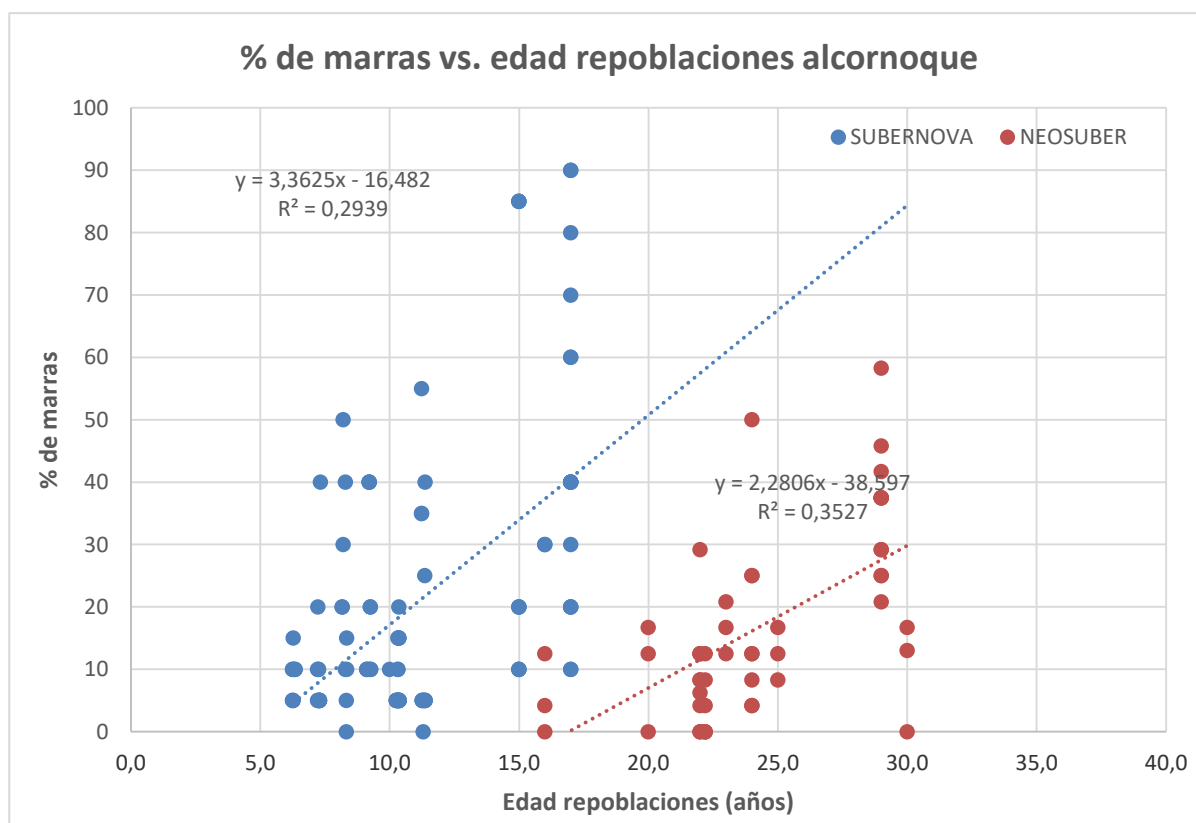


Figura 5. Porcentaje de marras en relación con la edad de las repoblaciones en los estudios realizados en el proyecto SUBERNOVA y NEOSUBER.

Se han estudiado repoblaciones de hasta 30 años, en algún caso puede que no se trate de marras sino de clareos o claras. En ambos estudios se trata del porcentaje de marras acumuladas en la repoblación en el momento de la visita. En el caso de las repoblaciones de la PAC estas marras han sido repuestas durante los 5 primeros años de vida, en los casos en que superasen el 5%. Podemos observar que el comportamiento de las marras es bastante errático, en ambos casos la tendencia es a aumentar con la edad pero la dispersión de los datos es muy grande. En general las marras de las repoblaciones estudiadas en el proyecto NEOSUBER son menores y con una tendencia de aumento menor que las del proyecto anterior.

Un resultado que concuerda con los de estudios anteriores es la buena correlación que existe entre la circunferencia a la altura del pecho y la altura total de los árboles de cada parcela de muestreo, lo podemos ver en la figura 6:



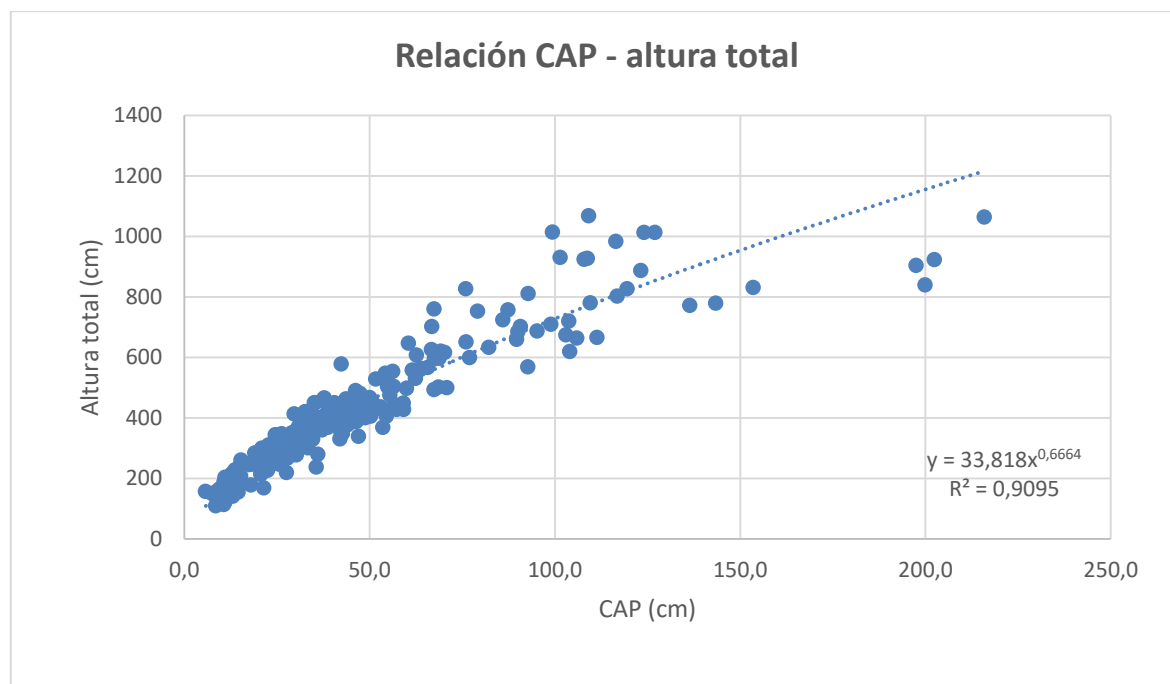


Figura 6. Relación entre la CAP media y la altura total media de los árboles de cada parcela de muestreo. La curva de tendencia se ajusta bien a un modelo potencial. Podemos observar que la correlación entre ambas variables es alta.

La buena correlación que existe entre la CAP media de una parcela y la altura media de los alcornoques de una parcela nos puede permitir en una toma de datos en campo, si tenemos necesidad de ahorrar recursos, estimar la altura total (engorrosa de medir en muchas ocasiones) a través de la CAP (muy sencilla de medir). Esta buena correlación nos puede permitir también calcular la CAP media de un rodal estimando la altura media de los alcornoques que la integran gracias a tecnología LiDAR.

#### Estimación de la producción de corcho de las repoblaciones de alcornoque.

En los últimos 33 años se han repoblado en Extremadura unas 53.064 hectáreas de alcornocal (*Quercus suber*), con fondos públicos (SANTIAGO BELTRÁN, R. 2013). En este periodo ha habido 2 planes: el plan de repoblaciones de IPROCOR, cofinanciado por el Fondo Social Europeo, que se llevó a cabo entre los años 1988 y 1991, y mediante el que se repoblaron unas 2.953 hectáreas puras de alcornocal; y el programa de Forestación de Tierras Agrarias, gestionado por la Sección de Ayudas a la Forestación, cofinanciado por la PAC, y que se ha desarrollado desde 1993 hasta nuestros días. En este segundo plan se han repoblado 50.111 hectáreas (en este caso, con muchísima frecuencia son repoblaciones mixtas de alcornoque (*Quercus suber*) y encina (*Quercus ilex ballota*)). En total se han sembrado o plantado más de 15.756.000 de alcornoques en este periodo. Los datos de las repoblaciones del Plan de Forestación de Tierras Agrarias, han sido suministrados por la Sección de Forestación de la Dirección General de la PAC de Extremadura, que tiene una base de datos actualizada a partir de la cual se realizan los pagos de las subvenciones que han ayudado a llevar a cabo estas repoblaciones. De estas bases de datos, para cada repoblación se seleccionaron los siguientes datos:

- Especie (*Quercus suber* / *Quercus ilex ballota*).
- Año de repoblación.
- Densidad (nº de pies /ha).
- Porcentaje de mezcla con otras especies (generalmente son repoblaciones de encina y alcornoque).
- Superficie repoblada.

- N° de pies totales repoblados (encina y alcornoque); esta variable se ha calculado como producto de las 3 anteriores.

Estos datos se han agrupado por años, calculando para cada año el total de superficie repoblada y el número total de pies repoblados; con estos dos datos se ha calculado la densidad media de las repoblaciones de ese año (cociente entre el número total de pies y la superficie total repoblada); el porcentaje promedio de cada año, se ha estimado promediando los porcentajes de cada una de las repoblaciones con su superficie. Para estimar la producción de corcho se han llevado a cabo las siguientes hipótesis:

1. Desbornizado y modelización del crecimiento del alcornoque. Utilizando los resultados del Proyecto NEOSUBER y trabajos anteriores (GONZÁLEZ MONTERO, J.A. & AL. 2009; SANTIAGO BELTRÁN, R. 2013) se ha encontrado la siguiente fórmula:

Fórmula para estimar la CAP (y) en función de la edad en años (x).

$$y = -0,0065x^2 + 2,0692x + 1,1761$$

La CAP legal de desbornizado (70 cm) se alcanza por término medio en 38 años. En la figura nº 1 podemos ver esta modelización.

La saca segunda se realizará con 47 años, en ese momento la CAP será de 84,07 cm.

El tercer descorche se realizará con 56 años y su CAP será de 96,67 cm.

2. Supervivencia de los alcornoques. Utilizando los resultados del Proyecto NEOSUBER y trabajos anteriores (GONZÁLEZ MONTERO, J.A. & AL. 2009; SANTIAGO BELTRÁN, R. 2013) se ha encontrado que la supervivencia de los alcornoques puede expresarse mediante la siguiente fórmula:

$$n^{\circ} \text{ pies (a la edad } x) = n^{\circ} \text{ pies iniciales} * e^{-0,016 * x}$$

Está muy próxima a la Ley de Liocourt formulada por Meyer, lo cual nos indica la coherencia del resultado.

3. Ejecución de los descorches. Se supone que tanto en el desbornizado, como en la saca segunda y en la tercera saca (que es hasta donde llega la hipótesis del presente trabajo) el sacador actúa de forma conservadora con respecto a la altura de descorche, aplicando un coeficiente de descorche de 1,42 en el desbornizado, de 1,49 en la saca segunda, y de 1,55 en la tercera saca. En todos estos trabajos se supone que el sacador actúa cuidadosamente, sin ocasionar heridas al árbol y sin menoscabar por lo tanto la producción de las siguientes sacas.

4. Estimación de las producciones de bornizo, segundo y corcho fábrica. Utilizando los resultados del Proyecto NEOSUBER y de trabajos anteriores (BEIRA DÁVILA, F. J. 2010), se ha obtenido una tarifa para la producción de bornizo:

$$\text{Peso de bornizo (en kg)} = 0,081 * \text{CAP (en cm)}.$$

Para estimar la producción de corcho segundo hemos utilizado los resultados de diversos trabajos del Instituto CMC-CICYTEX (BEIRA DÁVILA F.J. & al. 2012; BEIRA DÁVILA, F. J. 2010):

$$\text{Peso de segundo (en kg)} = 0,001 * \text{CAP (en cm)} * \text{HD (en cm)}$$

Para estimar la producción de corcho fábrica se han utilizado los resultados obtenidos por el Instituto CMC-CICYTEX en los ensayos de descorche mecanizado (DÍAZ GALLEGOS, A. & AL. 2010):

$$\text{Peso de corcho} = 11,3 * \text{CAP (en m)} * \text{HD (en m)}$$

Con esta tarifa se obtiene el peso de corcho fábrica comercialmente seco (14% de humedad).

En base a estas hipótesis y en función de los datos que disponemos de las repoblaciones y de los resultados del proyecto NEOSUBER hemos obtenido una estimación de la producción futura de corcho para el periodo 2026-2069.

En el siguiente gráfico (figura 7) podemos ver los datos obtenidos:

### Estimación de la producción de corcho para el periodo 2026-2069

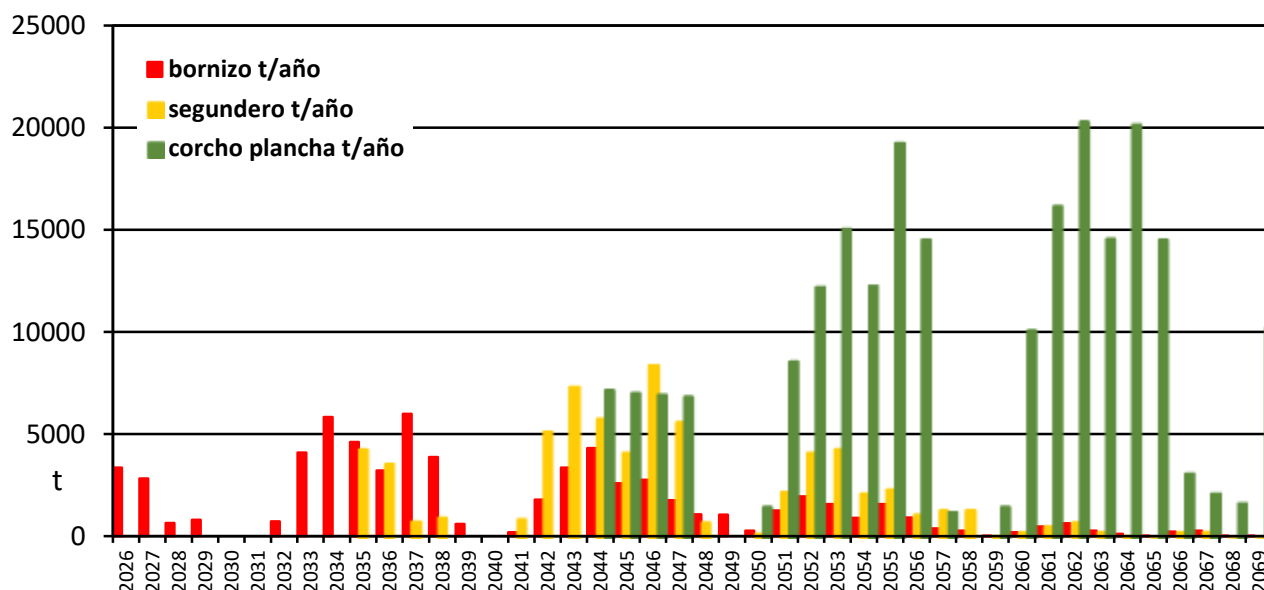


Figura 7. Estimación de la producción de corcho procedente de las repoblaciones de IPROCOR y de la PAC en Extremadura para el periodo 2026-2069.

En el periodo 2026-2069 se prevé una producción media de bornizo de 1.630 t/año; para el periodo 2035-2069 se prevé una producción media de segundero de 2.190 t/año; y para el periodo 2044-2069 se prevé una producción media de corcho fábrica de 8.793 t/año.

Los datos que se ofrecen son una idealización de la realidad; la primera objeción que podemos hacer es que las distribuciones de las medidas de los alcornoques (fundamentalmente la CAP) y por ello de sus producciones son normales, por lo que cada dato anual habría que distribuirlo según una normal en años precedentes y sucesivos. De hecho constatamos que algunas repoblaciones de alcornoque (tanto del Plan de IPROCOR como de la PAC) se han empezado a desbornizar en 2018. No obstante entendemos que las producciones medias estimadas para el periodo de estudio estarán próximas a la realidad.

## 5. Conclusiones

Ofrecemos las siguientes conclusiones del estudio, elaboradas para optimizar el estado de desarrollo de las repoblaciones de alcornoque y maximizar su producción de corcho en cantidad y calidad, cuestión clave para garantizar su sostenibilidad.

1. Hay que aumentar la densidad de las repoblaciones. En este estudio se ha estimado que la densidad media de las repoblaciones es de 297 pies/ha, densidad deficiente si el objetivo principal es el aprovechamiento corchero. Las principales razones son las siguientes:

a. El alcornoque cuando se regenera naturalmente lo hace con densidades muy superiores (más de 1.000 pies/ha). Luego la mortalidad natural (y también la de origen antrópico) va haciendo disminuir paulatinamente esta densidad a lo largo del ciclo de vida del árbol (unos 200 años).

b. El alcornoque presenta una variabilidad enorme en cuanto a muchos parámetros, entre ellos crecimiento y calidad de corcho. Si partimos de densidades tan bajas, y decidimos seleccionar los mejores, nos quedaremos con unas densidades de arbolado bajísimas, que no podrán optimizar los recursos edáficos disponibles.

c. En el desbornizado (a unos 40 años de edad) se aconseja que esta densidad sea al menos de 400 pies/ha, para poder luego hacer claras según criterios de calidad de corcho.

d. En masas naturales y adultas de alcornoque, se ha estudiado la productividad de corcho en relación con la densidad y se ha comprobado que esta especie sigue produciendo corcho en cantidad y calidad con áreas basimétricas de 25 m<sup>2</sup>/ha, que para una masa regular de unos 112 años de edad se corresponde con unos 150 pies/ha (MURILLO VILANOVA, M. & AL. 2020).

2. Hay que evitar los gradeos en las repoblaciones. Hemos constatado que una de las principales prácticas que conducen a la degradación de los alcornocales son los gradeos. Según estudios recientes (DINIS, C. 2014) el alcornoque tiene el 40% de su sistema radical en los primeros 20 cm de profundidad del suelo. En el alcornoque el sistema radical se extiende además mucho más allá de la proyección vertical de la copa y tiene un funcionamiento peculiar. El sistema radical superficial bombea agua y nutrientes durante el día hacia la copa del árbol y permite por lo tanto que el alcornoque realice la fotosíntesis. El sistema radical profundo bombea agua y nutrientes durante la noche hacia el sistema radical superficial. Cuando el alcornoque es pequeño (hasta unos 5 años de edad) se pueden hacer gradeos superficiales sin aproximarse a los árboles, pero a partir de esa edad están totalmente desaconsejados. Además cuando se gradea se rompen raíces del árbol y se provocan heridas por donde es frecuente que aparezcan enfermedades como el chancro húmedo y se puede facilitar la propagación de otras como la seca ocasionada por fitóftora.

3. Las podas de formación deben realizarse correctamente. En este estudio se ha constatado que las podas mal ejecutadas o a destiempo han sido otra de las principales razones de la degradación de las repoblaciones de alcornoque. Es aconsejable que se empiecen cuando los árboles tienen 3-5 años de edad, que sean frecuentes y moderadas, que se ejecuten conceptualmente de arriba hacia abajo, procurando un fuste recto y alto. (LANZO PALACIOS, R. 2015).

4. El ganado se debe manejar de forma adecuada. En este y otros estudios hemos visto que los fracasos totales de algunas repoblaciones se han debido a la entrada indiscriminada de ganado antes de tiempo. Durante los primeros 15 años la repoblación debe estar completamente defendida del diente del ganado. Para ello lo más económico es un malla perimetral. A partir de esos 15 años de edad podría empezar a entrar ganado ovino en primavera para consumir el excedente de hierba. A partir de los 20 años podría entrar además el porcino en montanera. Más tarde el propio desarrollo de la repoblación permitirá introducir cualquier otro tipo de ganado que tendrá que ser adecuadamente gestionado a través del control de los tiempos de aprovechamientos y las cargas ganaderas para evitar la afección sobre la arboleda.

5. El desbornizado debe realizarse de forma extremadamente cuidadosa. En este y otros trabajos del Instituto CMC-CICYTEX se ha puesto en evidencia la importancia del desbornizado. Es una operación selvícola muy delicada, que requiere un sacador experto, unas condiciones meteorológicas óptimas y un estado fenológico del árbol adecuado. Cualquier eventualidad desfavorable puede malograr esta operación y comprometer toda la producción futura de corcho del árbol. Cualquier herida realizada en el desbornizado puede ser fuente de entrada de enfermedades y plagas. Además estas heridas suelen reabrirse en sacas posteriores poniendo en riesgo la vitalidad del árbol y disminuyendo la producción de corcho.

Además de estas 5 cuestiones clave, hay otras que conviene tener en cuenta:

- A la hora de planificar una repoblación de alcornoque, debemos saber que si estamos en su área potencial su desarrollo va a ser bueno; si hay factores limitantes como suelo o precipitación debemos valorar otras opciones más adaptadas.

- En los primeros años de vida, si la primavera ha sido muy seca se puede ayudar a la repoblación con uno o dos riegos, uno justo al final de la primavera y otro en medio del verano. Para ello un tractor con una cuba pueden ser una solución adecuada.

- Conviene realizar una vigilancia fitosanitaria de la repoblación y otras masas de alcornoque periféricas, y establecer medidas preventivas; muchas veces una plaga incipiente puede ser combatida eficientemente con pocos medios. En el caso de enfermedades como la seca, evitar que llegue a nuestra repoblación es sin duda la mejor opción.

La producción de corcho de las repoblaciones de alcornoque de Extremadura realizadas desde 1988 hasta 2013 empezará a ser importante a partir de 2026. Los promedios esperados de bornizo, segundero y corcho fábrica son de 1.630, 2.190 y 8.793 t/año respectivamente para el periodo 2026-2069. La producción de corcho plancha prevista de estas repoblaciones supondrá un 40% de la producción media de corcho plancha actual de Extremadura.

## 6. Agradecimientos

En primer lugar a todos los compañeros de IPROCOR que con su trabajo han posibilitado que esta publicación vea la luz. Especialmente a Luis Sánchez Juárez, que realizó numerosos trabajos de campo para este proyecto y nos dejó en 2018. También a José Manuel Álvarez González, Juan Carlos Velarde Murillo, Francisco Rubio Corchero, Juan Ángel Mancha Monago y Felipe Prieto Toro.

En segundo lugar a todos los propietarios de alcornocales que nos permiten el acceso a sus repoblaciones y facilitan nuestro trabajo proporcionándonos en muchas ocasiones datos cruciales para el análisis de la información obtenida en el campo.

En tercer lugar a todas las instituciones públicas y privadas que han contribuido a este trabajo, y especialmente a la Sección de Forestación de la Dirección General de la PAC de Extremadura.

## 7. Bibliografía

ALMAGRO, C. 2000. Estudio de la dendrocronología del alcornoque. Instituto C.M.C. Mérida.

BEIRA DÁVILA J.; PRADES LÓPEZ C.; SANTIAGO BELTRÁN R. 2012. Application of new technologies at extraction of cork (OP304). 2012 IUFRO Conference. Division 5: Forest Products. Estoril (Portugal).

BEIRA DÁVILA, F. J. 2010. Estudio de los nuevos equipos desarrollados para la mecanización de la fase de pela en el aprovechamiento del corcho. Proyecto Fin de Carrera. Instituto CMC y Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes (ETSIAM) Universidad de Córdoba. Mérida y Córdoba.

CARDILLO AMO, E.; DEL POZO BARRÓN, J.L.; GONZÁLEZ MONTERO J.A.; BERNAL CHACÓN, C.; SANTIAGO BELTRÁN, R. & AL. 2000. Manual didáctico del sacador y del obrero especializado en los trabajos culturales del alcornocal. Instituto CMC –IPROCOR. Mérida.

DÍAZ GALLEGU, A.; GONZÁLEZ MONTERO, J.A.; GUERRA MONTERO, M.; PERALTA GARCÍA, A.; DEL POZO BARRÓN, J.L.; ROBLADANO REQUEJO, L.; SÁNCHEZ JUÁREZ, L.; SANTIAGO BELTRÁN, R.; SANZ HERMOSO, J. Y VASCO JIMÉNEZ, A. 2010. La experiencia de IPROCOR con la máquina IPLA para el descortice. Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal. Mérida.

DINIS, C. OLIVEIRA, 2014. Cork oak (*Quercus suber* L.) root system: A structural-functional 3D approach. Doctoral dissertation, Universidade de Evora, Portugal. 172 pp.

GONZÁLEZ MONTERO, J.A.; GUERRA MONTERO, M.L.; SANTIAGO BELTRÁN, M.; SANTIAGO BELTRÁN, R. 2009. Estudio de forestaciones con alcornoque en Extremadura. Revista Foresta Mediterránea. Pág 48-51. Sevilla.

LANZO PALACIOS, R. 2015. Manual de Buenas Prácticas Suberícolas en Masas Jóvenes de Alcornoque. CICYTEX - Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura. Realizado con la financiación de fondos FEDER de la UE, a través del proyecto SUBERVIN, del programa SUDOE, Interreg IV B. Hay sendas ediciones en francés y portugués. Mérida.

MONTERO CALVO, A. 2015. Manual de Buenas Prácticas en Regeneración de Alcornocal. CICYTEX - Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura. Realizado con la financiación de fondos FEDER de la UE, a través del proyecto SUBERVIN, del programa SUDOE, Interreg IV B. Hay sendas ediciones en francés y portugués. Mérida.

MURILLO VILANOVA, M.; MONTERO CALVO, A.; CARDILLO AMO, E.; BERDÓN BERDÓN, B.; LANZO PALACIOS, R.; MAYA BLANCO, V.; y SANTIAGO BELTRÁN, R. 2020. Selvicultura adaptativa para la gestión de los alcornocales en Extremadura. Instituto CMC-CICYTEX. Proyecto NEOSUBER. Mérida.

SANTIAGO BELTRÁN, M. 2007. Estudio de forestaciones con alcornoque en Extremadura. Proyecto Interreg IIIA SUBERNOVA. Mérida (inédito).

SANTIAGO BELTRÁN, R. 2013. Estimación de la producción de corcho de las repoblaciones de alcornoque del periodo 1988-2012 en Extremadura. I Congreso Ibérico de la Dehesa y el Montado. IFEBa-Badajoz.